

MEMORIAL DESCRITIVO DE PROJETO ESTRUTURAL

Obra: Ginásio municipal do município de Sangão/SC

Resp. Técnico:

Jean Cardoso de Souza

Engº Civil – Crea/SC: 067.975-0

Maio de 2024

1. INTRODUÇÃO

Este memorial aborda os critérios empregados e as diretrizes a serem seguidas para a construção da estrutura em concreto armado do Ginásio Municipal do município de Sangão.

2. NORMAS UTILIZADAS

NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;

NBR 6120 – Cargas Para o Cálculo de Estruturas de Edificações;

NBR 7211 – Agregados para Concreto – Especificação;

NBR 7215 – Resistência a Compressão do Cimento Portland;

NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas;

NBR 7480 – Aço Destinado a Armaduras para Estruturas de Concreto Armado;

3. PARÂMETROS DO PROJETO

Para calcular os esforços aplicados às estruturas, optamos por um sistema estrutural baseado em pórtico espacial. Utilizamos o software CYPECAD, fornecido pela empresa Multiplus Softwares Técnicos, para auxílio no dimensionamento e detalhamento estrutural.

4. A ESTRUTURA

Será construída uma estrutura de concreto armado, moldada in-loco, retangulares, conforme dimensões demonstradas em projeto, apoiadas em fundação profunda, tipo hélice contínua, sobre a estrutura será executado cobertura metálica.

No projeto estrutural anexado, encontram-se especificações detalhadas sobre dimensões, posicionamento e armaduras. Além disso, o software foi ajustado conforme os parâmetros mais apropriados para a região onde a obra será executada.

5. COBRIMENTO DAS PEÇAS

Para definir o cobrimento das peças estruturais empregadas, foram adotados os parâmetros das tabelas 6.1, 7.1 e 7.2 da NBR6118, conforme apresentado abaixo.

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submerso	
II	Moderada	Urbano ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinho ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas, elementos em contato com solo contaminado ou água subterrânea contaminada.

Levando em consideração o local onde a estrutura será construída, é classificada como categoria Rural. Conforme indicado na tabela 6.1, a classe de agressividade ambiental correspondente é a I (Fraca).

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

De acordo com o que está estabelecido na tabela 7.1, para a classe de agressividade I, é requerido que estruturas de concreto armado possuam concreto com uma classe de resistência igual ou superior a C20. Portanto, a critério do profissional, utilizaremos uma resistência de 30 MPa (C30) para toda a estrutura e 40 MPa (C40) para os blocos de fundação.

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga ^b /pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Segundo o que está indicado na tabela 7.2, em estruturas de concreto armado expostas à classe de agressividade I, o cobrimento deve ser de 20 mm para lajes e 25 mm para vigas e pilares. Assim, o software será ajustado de acordo com essas especificações.

6. CARGAS CONSIDERADAS

Para determinação das cargas, será seguido o disposto na NBR6120.

6.1. Peso Próprio dos Elementos

Uma vez que as estruturas são de concreto armado, é necessário que a carga resultante do peso próprio dos elementos seja de 2.500 kgf/m³, que representa a densidade do concreto armado.

6.2. Cargas de Paredes

Ao considerar que as estruturas serão fechadas lateralmente por alvenaria, foi levada em conta a carga das paredes sobre os baldrames e demais vigas dos níveis arquibancada e travamento.

consequentemente, a altura das paredes foi determinada conforme o projeto arquitetônico, com uma espessura de 15 cm e um peso próprio de 1500 kgf/m³.

6.3. Cargas Acidentais

- Arquibancada: conforme tabela 10 da NBR 6120, utilizamos o valor da carga uniformemente distribuída igual a 4,00 kN/m².
- Laje Mezanino (Sala Vip): de acordo com a tabela 10 da NBR 6120, empregamos o valor da carga distribuída de maneira uniforme como sendo 2,50 kN/m² (Sala de usos gerais).
- Laje Cobertura: adotamos de acordo com a tabela 10 da NBR 6120 o valor da carga distribuída de maneira uniforme como sendo de 1,00 kN/m² (Cobertura com acesso apenas para manutenção ou inspeção).
- Cargas Estrutura Metálica: O valor considerado para o carregamento da cobertura foi extraído do projeto estrutural da cobertura metálica, elaborado pelo engº Isac Souza Dias, ART nº 8038172-7.

7. ELEMENTOS ESTRUTURAIS

7.1. Fundação

Para determinar as fundações adequadas, foi contratada uma empresa especializada para realizar o ensaio SPT visando a caracterização do solo. O relatório de sondagem está anexado para consulta.

Conforme o relatório de sondagem, o perfil do solo é predominantemente argiloso.

Após análise do relatório, observa-se a presença de areão grosso argiloso, cor variegada e pouco compacto a muito compacto. Diante desse cenário, recomendamos o uso de fundação profunda, tendo um custo-benefício mais apropriado para a edificação.

A profundidade das estacas foi estimada utilizando métodos semiempíricos, que combinam a experiência profissional com cálculos teóricos. Foram considerados métodos como os propostos por Aoki Velloso, Decourt Quaresma e Teixeira para determinar a profundidade das estacas.

7.2. Estacas Hélice Contínua

O método normativo utilizado para o cálculo de estacas tipo hélice contínua no Brasil é baseado nas diretrizes estabelecidas pela ABNT NBR 6122:2019 - Projeto e Execução de Fundações. Esta norma estabelece os requisitos para o projeto e execução de fundações, incluindo estacas tipo hélice contínua. Segue recomendações para a execução e arrasamento de estacas tipo hélice contínua:

7.2.1. Preparação do Local:

- Antes de iniciar a execução das estacas, certifique-se de que o local esteja limpo de detritos e nivelado.
- Marque as posições das estacas de acordo com o projeto estrutural, garantindo que estejam alinhadas corretamente.

7.2.2. Equipamentos e Ferramentas:

- Verifique se todos os equipamentos necessários estão disponíveis e em boas condições de funcionamento, incluindo a perfuratriz com trado rotativo.
- Certifique-se de ter à disposição ferramentas de medição, como níveis e trena, para garantir a precisão na execução das estacas.

7.2.3. Equipamentos e Ferramentas:

- Posicione a perfuratriz no local da estaca de acordo com as marcações realizadas.
- Inicie a perfuração do solo utilizando o trado rotativo, avançando gradualmente até atingir a profundidade desejada.
- Durante a perfuração, a hélice contínua será inserida no solo, promovendo a escavação e a mistura do solo com o concreto.
- Conforme a perfuração avança, o concreto é bombeado para o interior da estaca através do trado, garantindo assim a formação contínua da estaca.
- Ao atingir a profundidade final prevista, retire a perfuratriz gradualmente, garantindo a compactação do concreto no interior da estaca.

7.2.4. Arrasamento das Estacas:

- Após a execução das estacas, realize o arrasamento das mesmas até a cota especificada no projeto.
- Utilize equipamentos adequados, como martelos vibratórios ou bate-estacas, para garantir o arrasamento uniforme e completo das estacas.

- Verifique continuamente a cota de arrasamento durante o processo, ajustando conforme necessário para garantir a conformidade com o projeto.

7.2.5. Controle de Qualidade:

- Realize inspeções visuais durante a execução das estacas e do arrasamento para verificar a qualidade do processo.
- Faça ensaios de integridade conforme necessário para garantir a qualidade das estacas executadas.
- Mantenha registros detalhados do processo de execução, incluindo profundidades alcançadas, arrasamento realizado e eventuais problemas encontrados.

7.2.6. Cura e Proteção:

- Após a execução, proteja as estacas da ação de intempéries e evite a movimentação de equipamentos ou carga sobre elas até que o concreto tenha alcançado a resistência adequada.
- Realize a cura úmida das estacas por pelo menos 7 dias para garantir o desenvolvimento adequado da resistência do concreto.

7.3. Características Construtivas das Estacas: Para a execução das estacas, devem ser observados os seguintes parâmetros:

- Utilização de Concreto Estrutural com resistência característica $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ 30mpa, slump 22, + ou - 3, 400kg/m³
- Relação água/cimento igual ou inferior a 0,5;
- Recomendação para o tipo de cimento: Cimento Portland II Z ou ARI (pozolânico ou de alta resistência inicial);
- Cobrimento do aço: 5,0 cm.

8. BLOCOS DE CONCRETO

O software CYPECAD utiliza o critério de cálculo baseado nas normas técnicas e diretrizes de engenharia estrutural para calcular blocos de fundação. Seguindo as recomendações estabelecidas pela norma brasileira ABNT NBR 6118:2014 - Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento, que

define os requisitos para o dimensionamento de elementos estruturais de concreto, incluindo blocos de fundação.

No caso específico de blocos de fundação, o software considera uma série de parâmetros, como a geometria do bloco, as cargas atuantes, as características do solo e os esforços solicitantes. Ele realiza os cálculos necessários para garantir que o bloco seja dimensionado de forma adequada, levando em conta a segurança estrutural e a estabilidade da fundação.

8.1. Características Construtivas dos Blocos: Para a execução dos blocos, devem ser observados os seguintes parâmetros:

- Utilização de Concreto Estrutural com resistência característica $f_{ck} = 40$ MPa (Classe C-40);
- Relação água/cimento igual ou inferior a 0,5;
- Recomendação para o tipo de cimento: Cimento Portland II Z ou ARI (pozolânico ou de alta resistência inicial);
- Cobrimento do aço: 4,0 cm.

9. PILARES

Os pilares do projeto estrutural em anexo serão construídos em concreto armado. Para o dimensionamento, o software CYPECAD leva em conta o índice de esbeltez de cada pilar, os carregamentos e os momentos fletores atuantes no topo e na base, conforme estabelecido pela norma NBR6118. O detalhamento estrutural e a disposição dos pilares estão apresentados no projeto estrutural.

9.1. Características Construtivas dos Pilares: Para a execução dos pilares, devem ser observados os seguintes parâmetros:

- Utilização de Concreto Estrutural com resistência característica $f_{ck} = 30$ MPa (Classe C-30);
- Relação água/cimento igual ou inferior a 0,5;
- Recomendação para o tipo de cimento: Cimento Portland II Z ou ARI (pozolânico ou de alta resistência inicial);

- Cobrimento do aço: 2,5 cm.

10. VIGAS

As vigas que serão utilizadas na estrutura em questão serão nomeadas de acordo com sua posição. O software foi configurado para considerar o carregamento ao qual cada viga está submetida. Com isso, determina-se o momento fletor máximo para o cálculo das armaduras longitudinais e os esforços cortantes para o cálculo das armaduras transversais, conforme estabelecido pela NBR6118. O detalhamento estrutural das vigas está disponível no projeto estrutural em anexo.

10.1. Características Construtivas das Vigas: Para a execução das vigas, devem ser seguidos os seguintes parâmetros:

- Utilização de Concreto Estrutural com resistência característica $f_{ck} = 30$ MPa (Classe C-30);
- Relação água/cimento igual ou inferior a 0,5;
- Recomendação para o tipo de cimento: Cimento Portland II Z ou ARI (pozolânico ou de alta resistência inicial);
- Cobrimento do aço: 2,5 cm.

11. RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS

11.1. Locação da obra

Para realizar a locação da obra, deve-se seguir o demonstrado na planta de locação com as disposições das fundações e cotas presente no projeto em anexo. Para facilitar, foi adicionado os elementos estruturais existentes para serem utilizados como referência.

Cabe ao engenheiro executor, a perfeita locação dos elementos com o auxílio de equipamentos de precisão para não existir conflitos de dimensões nas fases posteriores de execução.

11.2. Controle de qualidade dos materiais

11.2.1 Cimento

O cimento empregado no preparo do concreto deverá satisfazer as especificações e métodos previstos pelas Normas Brasileiras. Para cada partida de cimento deverá ser fornecido o certificado de origem correspondente. No caso de concreto aparente, não será permitido o emprego de cimento de mais de uma marca ou procedência para evitar possíveis, por menores que sejam, diferenças no produto final.

O armazenamento do cimento na obra deverá ocorrer em depósitos secos, à prova d'água, adequadamente ventilada e provida de assoalhos isolados do solo, de modo a eliminar a possibilidade de qualquer dano, total ou parcial, ou ainda misturas de cimento de diversas procedências.

O controle de estocagem deverá permitir a utilização conforme a ordem cronológica de entrada no depósito. A apresentação do cimento poderá ser em sacos ou a granel.

11.2.2 Agregado Graúdo

Deverá ser utilizado preferencialmente pedra britada proveniente do britamento de rochas estáveis. Recomenda-se a utilização de agregado basáltico ou granito como agregado graúdo.

Independente do material a ser utilizado, os mesmos deverão estar isentos de substâncias nocivas ao seu emprego, tais como torrões de argila, material pulverulento, gravetos e outros e, deverão possuir diâmetro máximo superior a 3,6 mm.

O armazenamento em canteiro deverá ser feito em plataformas apropriadas, de modo a impedir qualquer tipo de trânsito sobre o material já depositado.

11.2.3 Agregado Miúdo

Como agregado miúdo, deve-se utilizar areia natural quartzosa, ou artificial, resultante da britagem de rochas estáveis, com uma granulometria que se enquadre no especificado pelas Normas. Este agregado deverá estar isento de substâncias nocivas à sua utilização, tais como mica, materiais friáveis, gravetos, matéria orgânica, torrões de argila, etc.

O armazenamento da areia deverá ser feito em plataformas apropriadas protegidas por valetas, para evitar a contaminação do material pelo escoamento das águas pluviais.

11.2.4 Água

A água a ser utilizada no amassamento do concreto deverá ser limpa e isenta de siltes, sais, alcalis, ácidos, óleos, matéria orgânica ou qualquer outra substância prejudicial à mistura. Em princípio, a água

potável poderá ser utilizada. Deve-se respeitar a relação água/cimento máxima estabelecida nas peças estruturais.

Sempre que se suspeitar que a água local ou a disponível possa conter substâncias prejudiciais, análises físico-químicas deverão ser providenciadas.

11.2.5 Concreto

O traço do concreto utilizado deverá ser determinado pelo engenheiro executor ou pela empresa contratada para o fornecimento de concreto usinado, através de estudos de dosagem experimental, objetivando atender aos requisitos de trabalhabilidade, resistência característica especificada pelo projeto, e durabilidade das estruturas. O slump utilizado, deverá ser tal que garanta o perfeito adensamento do concreto no interior das formas e que não cause bicheiras nas peças. A relação água/cimento não pode ultrapassar o valor de 0,6. Recomenda-se a utilização de slump +/- 10cm. O engenheiro executor, deve exigir que seja realizado o teste do tronco de cone para verificar se o slump desejado foi alcançado.

Será exigido o emprego de material de qualidade uniforme e correta utilização dos agregados graúdos e miúdos, de acordo com as dimensões das peças a serem concretadas, e a fixação do fator água-cimento, tendo em vista a resistência e a trabalhabilidade do concreto, compatível com as dimensões e acabamentos das peças. A quantidade de água usada no concreto deverá ser regulada, ajustando às variações de umidade dos agregados, no momento de sua utilização na execução dos serviços.

Todos os materiais recebidos na obra ou utilizados em usina, devem ser previamente testados para comprovação de sua adequação ao traço adotado.

Deverá ser feito por meio de laboratório, os ensaios de controle do concreto e seus componentes de acordo com as Normas Brasileiras relativas ao assunto, antes e durante a execução das peças estruturais.

11.2.6 Armaduras

As barras de aço utilizadas para as armaduras das peças de concreto armado, bem como a sua montagem, deverão atender às prescrições das Normas Brasileiras que regem o assunto (NBR7480).

De modo geral, as barras de aço deverão apresentar suficiente homogeneidade quanto às suas características geométricas e não apresentar defeitos tais como bolhas, fissuras, esfoliações e corrosão.

As barras de aço deverão ser depositadas em pátios cobertos com pedrisco, colocadas sobre travessas de madeira.

Deverão ser agrupados nas várias partidas por categorias, por tipo e por lote. O critério de estocagem deve permitir a utilização em função da ordem cronológica de entrada.

As barras de aço deverão ser convenientemente limpas de qualquer substância prejudicial à aderência (barro, óleos, graxa ou outros elementos inconvenientes), retirando as camadas eventualmente destacadas por oxidação. Sendo vedada a utilização de barras que apresentam camadas oxidadas.

A limpeza das armações deverá ser feita fora das respectivas fôrmas. Quando feita em armaduras já montadas em fôrmas, será executada de modo a garantir que os materiais provenientes desta limpeza não permaneçam retidos nas fôrmas.

Quando do prosseguimento dos serviços de armação decorrentes das etapas construtivas da obra, deve-se limpar a ferragem de espera com escovas de aço, retirando excessos de concreto e de nata de cimento. Em casos onde a exposição das armaduras às intempéries for longa e previsível, as mesmas deverão ser devidamente protegidas.

11.2.7 Formas

Os materiais de execução das fôrmas deverão ser compatíveis com o acabamento desejado (chapas de madeira ou metálica). Partes da estrutura não visíveis poderão ser executadas com madeira serrada em bruto.

Para as partes aparentes, será exigido o uso de chapas compensadas, madeira aparelhada, madeira em bruto revestida com chapa metálica ou simplesmente outros tipos de materiais, conforme indicação no projeto e conveniência da execução.

O madeiramento a ser utilizado deverá ser armazenado em local abrigado, com suficiente espaçamento entre pilhas, visando a prevenção de incêndios.

Recomenda-se a utilização de fôrmas de madeirite plastificado e re-utilização de até 4 vezes da mesma e espessura de no mínimo 4cm.

Os painéis deverão ser limpos e receber aplicação de desmoldante, não sendo permitido emprego de óleo.

As fôrmas deverão ser construídas de forma estanque, não permitindo fugas de nata de cimento. Toda vedação das fôrmas deverá ser garantida por meio de justa posição das peças, sendo vedado o artifício da calafetagem com papéis, estopa e outros. A manutenção da estanqueidade deverá ser garantida, evitando longa exposição das fôrmas ao tempo antes das respectivas concretagens. Os cantos e arestas vivas deverão ser executados com juntas de topo.

A ferragem deverá ser mantida afastada das fôrmas por meio de pastilhas de argamassa ou espaçadores plásticos.

11.2.8 Montagem das armaduras

As armaduras dimensionadas das peças estruturais, deverão seguir o determinado no projeto estrutural em anexo, respeitando os comprimentos, transpasses e diâmetros calculados.

O dobramento das barras, inclusive para ganchos, deverá ser feito com os raios de curvatura previstos no projeto, respeitando-se os mínimos estabelecidos por Norma. As barras de aço deverão ser dobradas a frio. As barras não poderão ser dobradas junto às emendas com solda.

Para manter o posicionamento da armadura durante as operações de montagem, lançamento e adensamento do concreto, deverão ser utilizados fixadores e espaçadores, desde que fique garantido o recobrimento mínimo preconizado no projeto, que essas peças sejam totalmente envolvidas pelo concreto, e de modo a não provocarem manchas ou deteriorações nas superfícies externas.

Após o término do serviço de armação, o engenheiro deverá evitar ao máximo o trânsito de pessoas através das ferragens colocadas. Contudo, deverá ser executadas passarelas de tábuas que oriente a passagem e distribua o peso sobre o fundo das fôrmas, e não diretamente sobre a ferragem.

Antes e durante o lançamento do concreto, as plataformas de serviço deverão estar dispostas de modo a não acarretar deslocamento das armaduras.

As barras de espera deverão ser protegidas contra a oxidação, através de pintura com nata de cimento e, ao ser retomada a concretagem, deverão ser limpas de modo a permitir uma boa aderência.

11.2.9 Lançamento do concreto

O concreto só deverá ser lançado depois que todo o trabalho de fôrmas, instalação de peças embutidas e preparação das superfícies, esteja inteiramente concluído e aprovado. Todas as superfícies e peças embutidas que tenham sido incrustadas com argamassa proveniente de concretagem deverão ser limpas, antes que o concreto adjacente ou de envolvimento seja lançado.

O concreto deverá ser depositado nas fôrmas, tanto quanto possível e praticável, diretamente em sua posição final, e não deverá fluir de maneira a provocar sua segregação.

Quando levado por calhas para dentro das fôrmas, a inclinação das mesmas deverá ser estabelecida experimentalmente e em função da consistência do concreto. Recomenda-se para concretos normais a faixa de variação de inclinação entre 1:1,5 e 1: 1 (horizontal : vertical).

As extremidades inferiores das calhas deverão ser dotadas de anteparo, para evitar segregação. Não é permitido quedas livres maiores que 2,0 m. Acima de tal, deve ser exigido o emprego de funil para o lançamento.

O lançamento deverá ser contínuo e conduzido de forma a não haver interrupções superiores ao tempo de pega do concreto. No caso do lançamento de concreto em superfícies inclinadas, este deverá ser inicialmente lançado na parte mais baixa e, progressivamente, sempre de baixo para cima. O lançamento do concreto deverá ser efetuado em subcamadas de altura compatível com o alcance do vibrador, não podendo, entretanto, exceder 50 cm. O espalhamento do concreto para formar estas subcamadas, poderá ser efetuado por meios manuais ou mecânicos mas nunca por vibrações.

Dever-se-á evitar a paralisação da concretagem nos pontos de maior solicitação da estrutura, devendo-se manter um sistema de comunicação permanente entre a obra e central de concreto, ou um veículo à disposição.

Cada camada de concreto deverá ser consolidada até o máximo praticável em termos de densidade; deverá ser evitado vazios ou nichos, de tal maneira que o concreto seja perfeitamente confinado junto às fôrmas e peças embutidas.

A utilização de bombeamento para concreto somente deve ser utilizada com a disponibilidade de equipamentos e mão-de-obra suficientes para que haja perfeita compatibilidade e sincronização entre os tempos de lançamento, espalhamento e vibração do concreto. O lançamento por meio de bomba somente poderá ser efetuado em obediência ao plano de concretagem, de modo que não seja retardada a operação de lançamento, com o acúmulo de depósito de concreto em pontos localizados, nem apressada ou atrasada a operação de adensamento.

11.2.10 Adensamento

Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deverá ser vibrado ou socado continuamente com equipamento adequado à sua trabalhabilidade. O adensamento deverá ser executado de modo a que o concreto preencha todos os vazios das fôrmas.

Durante o adensamento, deverá ser tomada as precauções necessárias para que não se formem nichos ou haja segregação dos materiais; evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios em seu redor, com prejuízo da aderência.

O vibrador deverá ser mantido na massa de concreto até que apareça a nata na superfície, momento em que deverá ser retirado e mudado de posição.

Os vibradores deverão trabalhar com uma frequência mínima de 7.000 ciclos/minuto para os de imersão, e de 8.000 ciclos/minutos para os de fôrma.

Durante o adensamento de uma camada, o vibrador de imersão deverá ser mantido em posição vertical e a “agulha” deverá atingir a parte superior da camada anterior.

O vibrador deverá ser introduzido na massa de concreto rapidamente e a sua retirada deverá ser vagarosa, ambas com o vibrador funcionando. Os vibradores deverão ser mergulhados e retirados em pontos diversos e espaçados de aproximadamente 50 cm, em períodos de 10 e 20 segundos, sistematicamente, até que toda a massa do concreto esteja vibrada.

É incorreto mergulhar os vibradores em espaços maiores com tempo de vibração mais prolongado.

É importante que durante o lançamento não haja superposição de “cabeças” entre duas camadas. Tal superposição prejudica o alcance do vibrador e gera um adensamento irregular

11.2.11 Cura

Será cuidadosamente executada a cura de todas as superfícies expostas, com o objetivo de impedir a perda de água destinada à hidratação do cimento.

Durante o período de endurecimento do concreto, suas superfícies deverão ser protegidas contra chuvas, secagem, mudanças bruscas de temperatura, choques e vibrações que possam produzir fissuras ou prejudicar a aderência com a armadura.

Para impedir a secagem prematura, as superfícies de concreto deverão ser abundantemente umedecidas com água durante pelo menos 7 dias após o lançamento. Como alternativa, poderá ser aplicado agente químico de cura, de modo a que a superfície seja protegida pela formação de uma película impermeável, desde que as propriedades mecânicas e de trabalhabilidade não sejam consideravelmente alteradas.

Todo concreto não protegido por fôrmas e todo aquele já desformado, deverão ser curados imediatamente após ter endurecido o suficiente para evitar danos às suas superfícies. O método de cura dependerá das condições no campo e do tipo de estrutura.

11.2.12 Remoção das Formas

Para a desforma dos pilares e vigas baldrames, deverá ser obedecido o prazo de sete dias após a concretagem. Para o início da contagem do tempo, pode-se tolerar até 2 horas após o princípio do lançamento, admitindo-se a otimização da idade de remoção das fôrmas em função da determinação dos tempos de início de pega do cimento no concreto.